

Влияние состава исходных порошков и температуры спекания на структуру и свойства керамики на основе оксида алюминия*

А.А. Ахмадиева¹, А.П. Хрусталёв¹, М.В. Григорьев¹, И.А. Жуков¹

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Исследовано влияние состава шихты (соотношение синтезированного/электроплавленного муллита, содержание и дисперсность корунда) и температуры спекания (1550–1650 °С) на структуру и свойства муллитокорундовой керамики. Установлено, что оптимальное сочетание прочности, плотности и усадки достигается при использовании смешанного муллитного сырья и спекании при 1650 °С. Максимальная прочность получена при содержании корунда со средним размером частиц 60 мкм ~ 18 мас. %.

Ключевые слова: муллитокорундовая керамика, огнеупорные материалы, электрокорунд, микроструктура, прочность при сжатии.

Введение

Среди всего спектра огнеупорных материалов широкое применение находят корундовые и муллитокорундовые огнеупоры, обладающие достаточно высокими значениями огнеупорности и прочности [1, 2]. На основе корунда и муллита создан широкий спектр композиционных материалов, нашедших применение в различных отраслях промышленности, включая металлургию [3]. Композиты из оксида алюминия и муллита представляют особый интерес из-за их улучшенных термических и механических свойств по сравнению с керамикой на основе чистого корунда и муллита [4, 5]. Композиты из оксида алюминия и муллита могут быть получены с использованием различного сырья – Al_2O_3 , $Al(OH)_3$, солей алюминия (золь-гель-технология), SiO_2 , SiC , Si_3N_4 , предварительно синтезированного муллита, каолина и кремнийорганических соединений [3].

Эксплуатационные отклонения керамических материалов от нормированных показателей создают серьезные риски при их использовании в специальных применениях. В случае выбранной алюмосиликатной керамики наибольшим риском являются негативные изменения термомеханических свойств, такие как снижение прочности при высоких рабочих температурах более 1650 °С. Аномальные изменения объема или деформации, вызванные длительным тепловым воздействием или химической реакцией (например, с газовой атмосферой), также нежелательны.

Спекание корунда происходит при температуре более 1700 °С, что требует больших энергетических затрат, в то время как использование фазы муллита позволяет снизить температуру спекания и увеличить термомеханические свойства [6]. При этом процесс спекания таких композитов достаточно сложный, с существенным влиянием фазообразования муллита, изменяющего кинетику уплотнения материала. Кроме этого, исходный состав шихты влияет на процесс усадки и уплотнения керамики в процессе спекания системы $Al_2O_3-SiO_2$. Все это в конечном счете влияет на микроструктуру (размер зерна, распределение и соотношение фаз муллита и корунда) и свойства керамических композитов [7].

Цель работы – исследование влияния состава исходной шихты и параметров спекания на структурные и физико-механические параметры муллитокорундовых керамических материалов.

1. Материалы и методы исследований

1.1. Исходные материалы

В качестве исходных материалов были использованы глинозем неметаллургический глубокопрокаленный низкощелочной марки R1 (Пикалевский глиноземный завод), электроплавленный корунд (ООО «Завод абразивных огнеупорных материалов», г. Екатеринбург), электроплавленный муллит марки ПМЛП (ООО «Технокерамика»).

Для синтеза муллита были использованы металлургический технический глинозем марки Г00 (Каменск-Уральский глиноземный комбинат, Свердловская область) и кварцевый песок (Ташлинское месторождение).

* Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № FSWM-2025-0010.